

УДК 045.01:664.1

Т.Г. Бабак, доцент

О.В. Демірський, аспірант

Г.Л. Хавін, докт. техн. наук, професор

Національний технічний університет «ХПІ», Gennadiy.khavin@mail.ru

ДОСЛІДЖЕННЯ ЗАБРУДНЕННЯ СИСТЕМИ ПЛАСТИНЧАТИХ ПІДІГРІВАЧІВ ЦУКРОВОГО СОКУ В РОБОЧИХ УМОВАХ

Було проведено аналіз і математична обробка результатів натурних експериментів роботи системи пластинчатих підігрівачів цукрового соку перед випаровуванням. Запропоновано теоретичну модель передбачення зростання відкладень на поверхні теплопередачі пластинчатих теплообмінників. На основі одержаних результатів детально розглянуто функціонування одного з апаратів, який найбільш забруднюється. Побудована математична модель, що прогнозує його роботу у часі між зупинками на чищення.

Було досліджено відділення підігріву цукрового соку з п'яти послідовно встановлених пластинчатих теплообмінників, у яких в якості гарячого теплоносія використовуються вторинна пара з корпусів випарної станції та екстра-пар. Моніторинг проводився протягом 130 днів. Перший вимір було проведено після пускових робіт, які зайняли тривалий період і супроводжувалися зупинками в роботі апарату. Було прийнято, що стійкий режим функціонування теплообмінників настає приблизно по досягненню 96 год. безперервної експлуатації.

В результаті спостережень і вимірювань були отримані наступні результати. Підігрівач соку перед випаровуванням, який стоїть першим по продукту бере на себе основну масу забруднень. Він забивається по продукту досить інтенсивно і в результаті його доводилося зупиняти і чистити 3 рази за сезон (130 днів) - на 10-й, 50-й і 80-й день експлуатації. Підігрівач конденсату зупинявся на очистку два рази: на 15-й день, коли втрати тиску виросли до 120 кПа при розрахунковому початковому значенні 50 кПа і на 90-й день з цієї ж причини. Теплообмінники 3-й і 4-го ступеня підігріву за час роботи не чистилися, втрати тиску і зниження коефіцієнта теплопередачі були задовільними, але в кінці періоду експлуатації наблизилися до критичних значень.

Аналіз огляду апаратів під час зупинки на чистку і в кінці експлуатаційного сезону дозволили зробити наступні висновки. Найбільш сильно відкладення випадають на розподільних ділянках і в колекторах. Відкладення представляють собою механічні домішки по продукту, волокна, кристалізаційні відкладення солей, але не накип. Відкладення мають змішану структуру і легко очищаються з поверхні пластин, особливо у підігрівачів 3-й і 4-й ступенів. На поверхні теплопередачі відкладення формуються у вигляді пористого «коржа», що має форму каналів. Якісний склад відкладень досить близький до класичного складу у вигляді суміші солей. На поверхні пластин і розподільної ділянки присутність жорсткого накипу не помічено. Всі відкладення при розкритті теплообмінників легко видаляються механічно і змиваються водою. Забруднення по стороні пари відсутні.

Сформульована теоретична модель асимптотичного забруднення, що використовується у подальшому при проектуванні та розрахунку теплообмінного обладнання. Ця модель базується на опису механізму утворення відкладень, як безперервного процесу утворення і унесення відкладень, тобто як різниці між інтенсивністю осадження відкладень і інтенсивністю їх видалення. Було припущено існування лінійного закону зміни дотичного напруження на стінці пластин. Для обчислення величини утворення відкладень використовується співвідношення Критендена і Янга, що сформульовано для процесу відкладення забруднень по аналогії з процесами, що виникають у трубі еквівалентного діаметру з інтенсифікованою тепловіддачею і розвиненим турбулентним потоком рідини.